

枣庄市谷山坡面径流观测场模型因子 K 值分析

刘 雅

(枣庄市水文中心, 山东 枣庄 277000)

【摘要】土壤可蚀性因子 K 值反应土壤对侵蚀的敏感性。枣庄市谷山坡面径流观测场标准径流小区 12 年来的场次、年度和多年平均实测降雨、径流、泥沙资料数据显示,在相同土壤理化性质及相同水土保持措施条件下,不同降雨条件产生不同的 K 值;在相同土壤理化性质及相同降雨条件下,不同水土保持措施产生不同的 K 值。研究发现,枣庄市谷山坡面径流观测场的土壤可蚀性因子 K 与降雨侵蚀力、土壤流失量、水土保持措施有关。

【关键词】 枣庄市;土壤可蚀性;降雨侵蚀力;水土保持

【中图分类号】 S157

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2026)-02-0061-04

Analysis on Model Factor K of Gushan Slope Runoff Observation Station in Zaozhuang LIU Ya

(Hydrology Center of Zaozhuang Municipality, Zaozhuang, Shandong 277000, China)

Abstract: Soil erodibility K reflects the sensitivity of soil to erosion. Based on 12-year observed data of rainfall, runoff and sediment at standard runoff plots of Gushan Slope Runoff Observation Station in Zaozhuang Municipality, including single-storm, annual and multi-year average values, it is shown that under the same soil physical and chemical properties and the same soil and water conservation measures, different rainfall conditions result in different K values; under the same soil physical and chemical properties and the same rainfall conditions, different soil and water conservation measures lead to different K values. The study reveals that the soil erodibility factor K is correlated with rainfall erosivity, soil loss, as well as soil and water conservation measures at Gushan Slope Runoff Observation Station in Zaozhuang Municipality.

Key words: Zaozhuang Municipality; Soil erodibility; Rainfall erosivity; Soil and water conservation

1 资料与方法

1.1 标准径流小区基本情况与监测资料

谷山坡面径流观测场位于枣庄市西南部,监测点坐标为东经 117°18'21"、北纬 34°49'09",属淮河流域,薛城大沙河中上游。处于全国水土保持区划三级区中的鲁中南低山丘陵土壤保持区,为山东省省级水土流失重点治理区。侵蚀类型为水力侵蚀,侵蚀强度以轻度侵蚀为主。

枣庄市多年平均降水量 810.3 mm,丰水年最大降水量 1 340.4 mm(1971 年),枯水年最小降水量 492.6 mm(1988 年)。降水量年内分配不均,多集中于夏季且多暴雨,汛期(6—9 月)多年平均降水量 571.2 mm,占全年降水量的 70%左右,年

径流量的形成主要集中在 7—8 月,春冬季较少,在干旱年份几乎无径流。

枣庄市谷山坡面径流观测场内设 4 个(1~4 号)标准径流小区,建立年份均为 2010 年,小区宽 5 m,水平投影长 20 m,面积 100 m²,坡度 5°,坡向 270°,分流级别为 1 级,分流孔数为 7 孔,高度 1 m,分流池、集流池横截面积均为 3.96 m²,土壤类型为褐土,土层厚度 60 cm,有机质含量 15%,基岩种类为泥质灰岩。各小区其他配置见表 1。

文章主要选取枣庄市谷山坡面径流观测场 2012—2023 年连续 12 年的降雨、径流、泥沙实测

收稿日期:2025-10-12

作者简介:刘雅(1993—),女,工程师

表 1 枣庄市谷山坡面径流观测场标准径流小区基本信息表

小区编号	1号	2号	3号	4号
水土保持措施	植物措施	耕作措施	耕作措施	无
作物类型	桃树	花生	玉米	无

监测资料,利用公式 $K=A/R$ 计算土壤可蚀性因子 K 值。所用降雨、径流、泥沙资料均来自历年整编资料。

1.2 监测技术标准与方法

1)技术标准。径流小区监测方法中的日降雨量、次降雨量、次产流降雨量、产流监测段次和资料分析按照《径流小区和小流域水土保持监测手册》、《水土保持监测规程》(SL 277—2002)、《水土保持试验规程》(SL 419—2007)、《降水量观测规范》(SL 21—2015)执行^[1]。

2)监测内容与方法。每月 1 日、15 日进行日常监测,降雨产流后进行加测。各小区监测指标包括降水(日降雨、次产流降雨起止时间、次降雨量、次降雨历时、次降雨平均强度、最大 30 min 雨强、次降雨侵蚀力、年产降雨量、年降雨侵蚀力)、径流泥沙(径流深、径流系数、含沙量、土壤流失量)、土壤含水量、植被(盖度、郁闭度、平均高度)、小区产量等。

降水监测全年采用翻斗式自记雨量计和人工进行对比观测,雨量计翻斗分辨率为 0.5 mm,采样周期为 5 min;径流泥沙采用人工取样监测;土壤水分采用烘干法;植被调查采用目估法。

2 结果分析

2.1 模型因子参数分析

根据枣庄市谷山坡面径流观测场径流小区设置情况,利用实测观测数据,按照场次、年度、多年平均等情况,结合数据实际情况,对 4 个标准小区开展模型因子中的土壤可蚀性因子 K 的统计分析。

土壤可蚀性是指土壤对侵蚀的敏感性,它是土壤对侵蚀抵抗力的倒数,用 K 表示。土壤可蚀性的强弱取决于土壤本身的理化特性,但土地利用方式会间接地影响土壤理化性质,从而导致土壤可蚀性发生一定的变化。土壤可蚀性的计算有两种途径:一种是通过土壤理化性质间接获取;另一种是通过模拟近似实际的降雨和径流侵蚀力对土壤侵蚀的作用,以实际的侵蚀量作为评定

土壤可蚀性的相对直接指标^[2]。本文直接采用枣庄市谷山坡面径流观测场 1~4 号标准径流小区 2012—2023 年 12 年的实测降雨、径流、泥沙监测整编数据作为评定土壤可蚀性的直接指标。

K 的计算采用下式:

$$K=A/R \quad (1)$$

式中:A 为标准小区侵蚀量, $t/hm^2 \cdot a$; R 为降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ 。

2.2 枣庄市谷山坡面径流观测场 K 因子分析

2.2.1 降雨侵蚀力与土壤流失量分析

枣庄市谷山坡面径流观测场 2012—2023 年 12 年各小区的次降雨侵蚀力与对应次土壤流失量变化过程如图 1~图 4 所示。

由图 1~4 可以看出,各小区降雨侵蚀力与土壤流失量均呈正相关。由表 2 可知 1~4 号小区多年累计降雨侵蚀力分别为 54 329.4 $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ 、57 456.8 $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$ 、59 680.3 $MJ \cdot mm/(hm^2 \cdot h)$

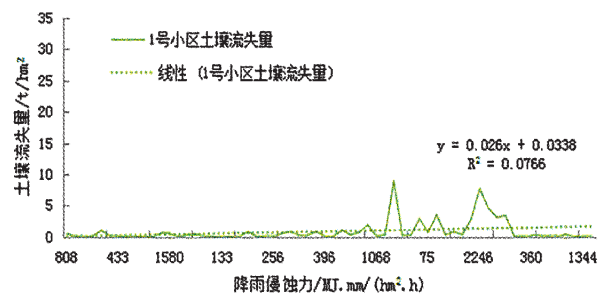


图 1 1号小区次降雨侵蚀力与对应次土壤流失量变化过程

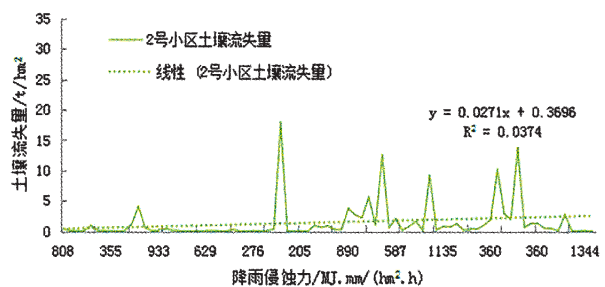


图 2 2号小区次降雨侵蚀力与对应土壤流失量变化过程

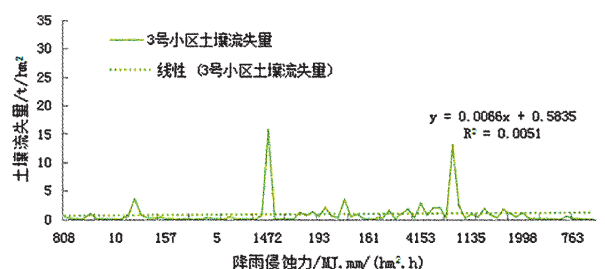


图 3 3号小区次降雨侵蚀力与对应次土壤流失量变化过程

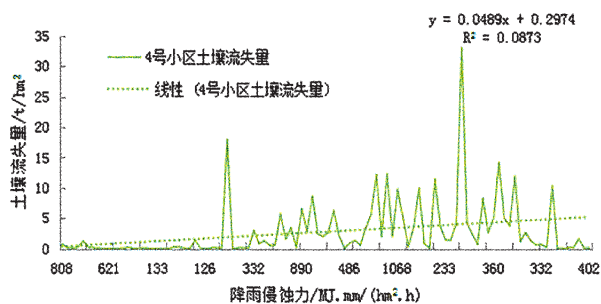


图4 4号小区次降雨侵蚀力与对应次土壤流失量变化过程

和 64 746.6 MJ·mm/(hm²·h), 多年累计土壤流失量分别为 52.932 t/hm²、114.804 t/hm²、72.747 t/hm² 和 276.609 t/hm²。1号小区多年累计降雨侵蚀力最小,多年累计土壤流失量最小,4号小区多年累计降雨侵蚀力最大,多年累计土壤流失量最大^[3]。

2.2.2 K 因子统计分析

2012—2023年1~4号小区产流总次数分别为62次、79次、84次和100次。基于场次的土壤

表2 1~4号小区年产流降雨侵蚀力与年土壤流失量统计

小区编号	年份	降雨侵蚀力/ (MJ·mm/(hm ² ·h))	土壤流失量/ (t/hm ²)	小区编号	年份	降雨侵蚀力/ (MJ·mm/(hm ² ·h))	土壤流失量/ (t/hm ²)
1号	2012	3 470.3	1.938	2号	2012	3 470.3	1.589
	2013	8 135.4	1.825		2013	8 135.4	6.848
	2014	0.0	0.000		2014	737.8	0.154
	2015	0.0	0.000		2015	920.4	0.440
	2016	2 647.7	1.582		2016	2 867.7	19.215
	2017	4 501.3	1.302		2017	5 772.3	2.131
	2018	890.0	0.839		2018	890.0	3.761
	2019	8 370.9	2.288		2019	6 847.5	10.520
	2020	5 367.0	2.250		2020	6 951.7	18.745
	2021	7 033.6	20.768		2021	6 903.0	15.860
	2022	11 026.8	19.962		2022	11 026.8	35.425
	2023	2 886.4	0.179		2023	2 934.0	0.116
合计	54 329.4	52.932	合计	57 456.8	114.804		
3号	2012	3 470.3	1.579	4号	2012	3 470.3	2.687
	2013	8 206.8	5.817		2013	8 074.9	0.452
	2014	737.8	0.310		2014	737.8	0.592
	2015	827.4	0.429		2015	920.4	1.936
	2016	2 867.7	17.585		2016	2 713.2	21.369
	2017	5 772.3	4.472		2017	5 970.2	10.434
	2018	3 662.2	5.814		2018	3 662.2	34.905
	2019	9 239.1	9.899		2019	9 239.1	26.145
	2020	4 298.7	2.253		2020	7 407.8	45.733
	2021	6 097.0	19.562		2021	7 261.1	78.517
	2022	11 026.8	4.882		2022	11 026.8	51.647
	2023	3 474.3	0.145		2023	4 262.8	2.193
合计	59 680.3	72.747	合计	64 746.6	276.609		

可蚀性因子 K,采用次产流形成的次降雨侵蚀力与标准小区次土壤流失量相除得到,年度土壤可蚀性因子 K 采用标准小区年度累计土壤流失量与年度累计降雨侵蚀力相除得到。从图 5~图 9 可以看出,在相同土壤理化性质及相同降雨条件下,4号裸地小区与1~3号水土保持措施小区形成对照,取相同 K 值范围,采取水土保持措施的1~3号小区的 K 值明显小于未采取水土保持措

施的4号小区,采取水土保持措施的小区 K ≤ 1 且变化较稳定;从图 5~图 7 可以看出,在相同土壤理化性质及相同水土保持措施条件下,同一小区之间因不同场次降雨条件形成对照,不同降雨条件下产生不同的 K 值,且各小区变化趋势具有相似性。

1~4号小区年均 K 值统计表见表 3。从表 3 可以看出,1~4号小区多年平均 K 因子值分别为

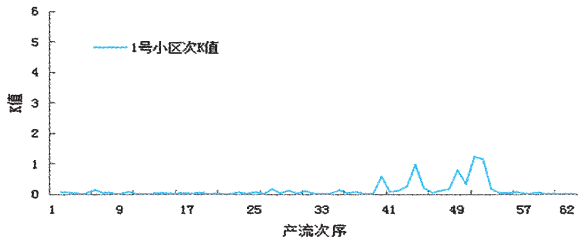


图 5 1 号小区次 K 值变化过程

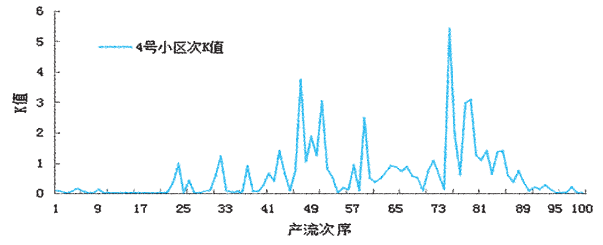


图 8 4 号小区次 K 值变化过程

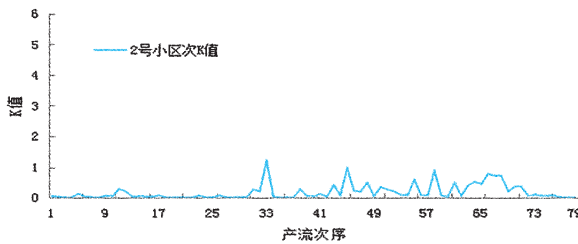


图 6 2 号小区次 K 值变化过程

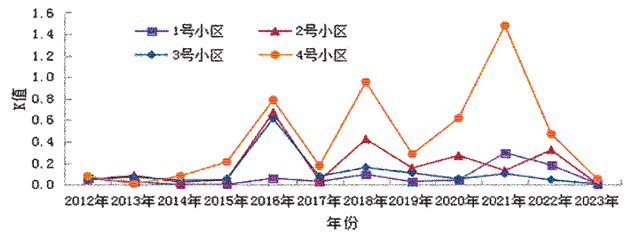


图 9 1~4 号小区各年度 K 值变化过程

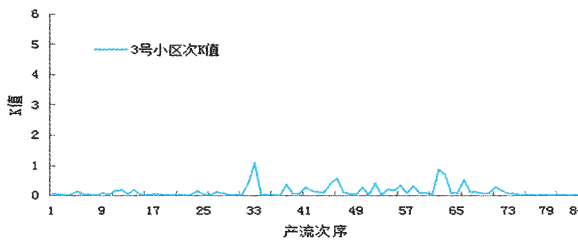


图 7 3 号小区次 K 值变化过程

表 3 1~4 号小区年均 K 值统计表

小区编号	水土保 持措施	作物 名称	坡度/ (°)	坡长/ m	坡宽/ m	多年平 均 K 值
1 号	植物措施	桃树	5	20	5	0.067 7
2 号	耕作措施	花生	5	20	5	0.184 0
3 号	耕作措施	玉米	5	20	5	0.114 0
4 号	无	无	5	20	5	0.432 3

0.067 7、0.184 0、0.114 0 和 0.432 3。多年平均 K 因子值 4 号小区最大,1 号小区最小,采取水土保持措施的 1~3 号小区多年平均 K 因子值均小于未采取水土保持措施的 4 号小区。

3 结 语

枣庄市谷山坡面径流观测场 2012—2023 年次降雨 K 最大值、年度 K 最大值、多年平均 K 最大值均出现在 4 号小区。采取不同类型的水土保持措施均能有效增强土壤抵抗侵蚀的能力。枣庄市谷山坡面径流观测场降雨侵蚀力、土壤流失

量、不同水土保持措施研究成果,对实现模型因子的区域精细化具有十分重要的意义,同时也为掌握水土流失动态,认识水土流失规律,评价水土流失防治成效,建立土壤侵蚀模型,提供重要的数据理论支撑。

参考文献

[1] 水利部水土保持监测中心.径流小区和小流域水土保持监测手册[M].北京:中国水利水电出版社,2015.
 [2] 刘艳,王东梅.我国降雨侵蚀力计算方法研究进展[J].水土保持应用技术,2007.
 [3] 谢云,章文波,刘宝元.用日降雨量和雨强计算降雨侵蚀力[J].水土保持通报,2001.

(责任编辑 崔春梅)

欢迎投稿
欢迎订阅
欢迎刊登广告